

I o T時代のシステム開発アプローチ ～システムズエンジニアリング～

独立行政法人情報処理推進機構（IPA）
社会基盤センター イノベーション推進部
主任研究員 端山 毅

つながる世界の新たなビジネスチャンス

できることが広がってきた

従来は想定されなかったようなモノ・コトのつながり

スマホ・家電連携

新サービスが生まれることによるビジネス環境の変化

シェアリング・エコノミー

ビジネス
チャンス

隣接する分野の事業への進出

健康ビジネスと医療連携

考慮すべき条件の拡大

自動車(乗り心地、安全性、燃費)

ビジネスチャンスの裏には経営リスクも！

従来は想定されなかったような
モノ・コトのつながり

隣接する分野の事業への
進出

つながる相手への迷惑、
相手からの迷惑

単一分野でのビジネス
ルールが通用しない

想定リスク

新サービスが生まれることによる
ビジネス環境の変化

考慮すべき条件の拡大

現ビジネス領域の
衰退

考慮もれによる失敗
(不備、遅延、事故)

新たなアプローチが必要

「システムを成功させるための複数の専門分野にまたがるアプローチと手段である」

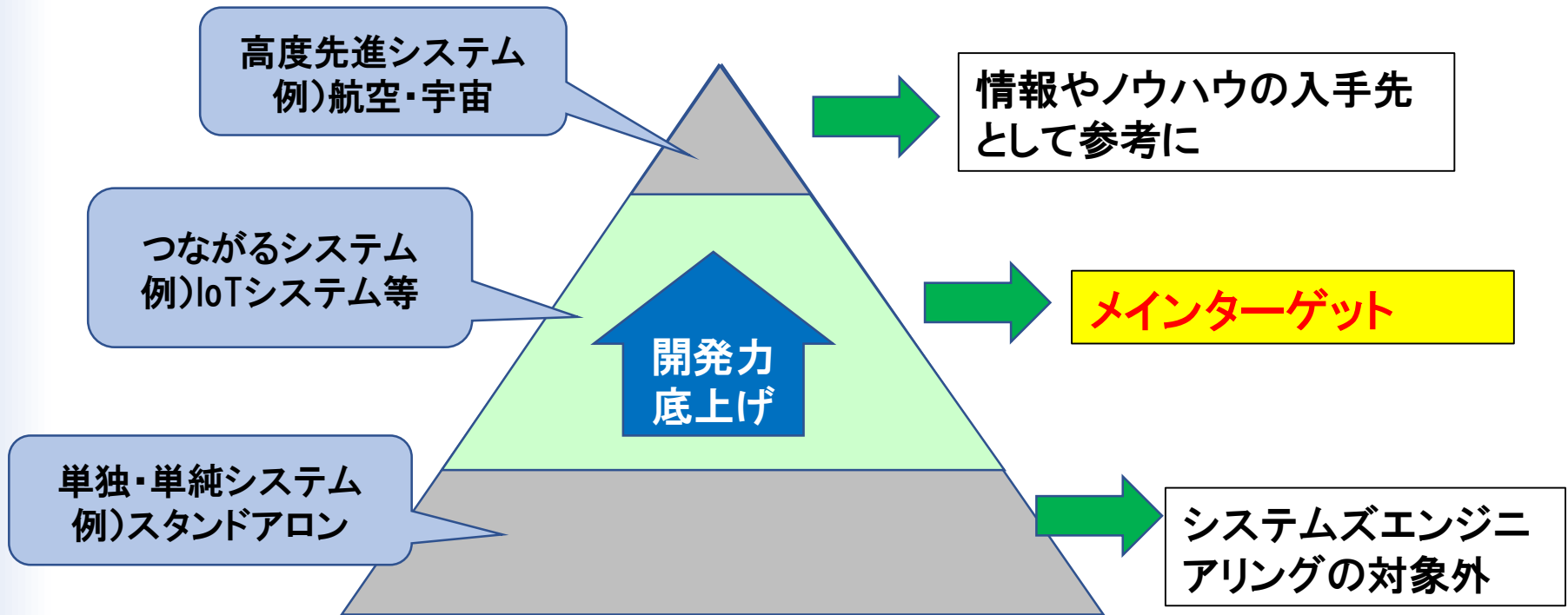
JCOSE(Japan Council on Systems Engineering)

ここでいう「システム」は、コンピュータシステムにとどまらず、機械、電気機器、人間系(操作者)、環境など広い意味を表す。

システム： 構造を持った要素の集合。
全体として、要素にはない振る舞いや意味を発揮する。

航空・宇宙領域で確立した企画・開発のアプローチを汎用的に体系化したもの ⇒ 欧米を中心に発展

参考文献： INCOSE Systems Engineering Handbook:
A Guide for System Life Cycle Processes and Activities, 4th Edition



- ◆ 協創： 多様の専門家、利害関係者による新たな製品・サービスの創造
- ◆ 考慮範囲： 複雑な「つながり」から生じる広範なリスク・問題への対応

① 目的指向と 全体俯瞰



- 解決策を考える前に本来の目的を明確にし、常に目的を意識しながら考える。
- 視点と視野を変えながら全体を俯瞰して捉える。

③ 抽象化・ モデル化



- 対象を抽象化・モデル化することにより、多様な専門分野の関係者の共通理解、本質理解の促進を図る。

② 多様な専門 分野を統合



- 多様な専門分野(技術、事業、領域、環境、文化、社会など)の知見を統合する。

④ 反復による 発見と進化



- 適切に再評価とフィードバックを反復して、新たな解決方法を発見し、段階的に明確化・進化させる。

出典:「経営者のためのシステムズエンジニアリング導入の薦め」(IPA)

4つのポイントの実践に向けて 「目的指向」を実践するには

本来の目的の明確化

- 解決策に重点がいき、本来の目的を忘れがち
⇒本来の目的意識の共有機会を持つこと
(例)保育器 赤ん坊の命を救うことが目的であり、
保育器を作ることが目的ではない。
- 部分最適が必ずしも全体最適とは限らない

妥当性確認(Validation)の実施

- システムはうまく作れたが、役に立たない
⇒Verificationだけでなく、Validationも(V&V)

仕様通り
VS
現実に使える

注)ここに記載した事項は、必ずしもSysEの進め方を記載したものではありません。
「目的指向」を具現化する際の留意点にすぎません。



目的指向と全体俯瞰

● 発展途上国の実情に合わせた保育器の開発

乳児死亡数が年間400万人に達している途上国に向け、より多くの生命を救うべく、新生児向けの保育器の開発・普及を行った事例

－ 開発上の課題

既存製品を使用した環境、インフラ環境による故障多発や部品入手困難のための修理網の整備遅れの結果、普及に失敗

－ 対策

- 製品の本来の目的に立ち戻った新たな製品企画
- 抽象度を上げた分析による本質的な要件および実現策の検討

－ 効果

途上国で入手できる自動車部品で新たに開発し、普及に成功



出典: SEBoK(Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge)

【全体俯瞰に向けた俯瞰軸】

時間軸

例えば、対象システム(製品)のライフサイクル全般を考える。

開発時、出荷後の初期設定時、利用時、休止時、更改時、破棄時

空間軸

例えば、対象システム(製品)の空間的利用環境を全て洗い出す。

物(影響のある範囲、つながる相手、・・)、
場所(国、寒冷地、交通網、・・)、法律の制約 等

意味軸

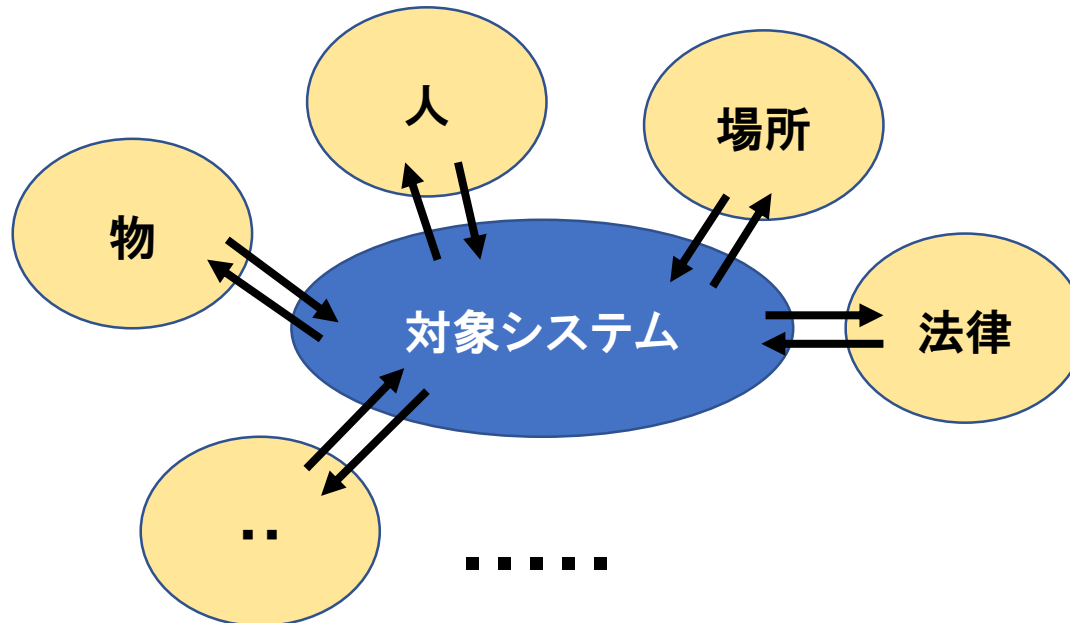
例えば、誰が何の目的で利用するかを洗い出す。

登場人物、各立場からの利用目的、利用条件、・・・

コンテキスト図を書いてみよう！

対象システムとそれを取り囲む環境・関係性を洗い出す。

⇒考慮すべき事項への気づき

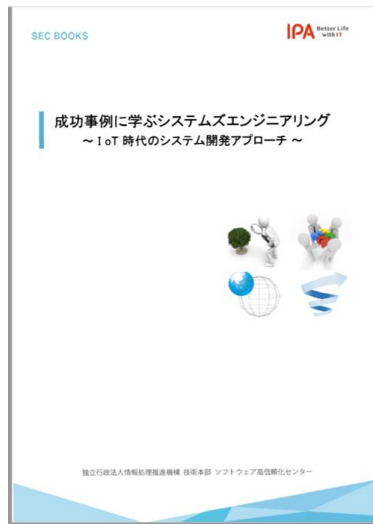


【関係性の例】 ↕

- 人の行う操作
- 人に表示するメッセージ
- センサへのデータ取得指示
- センサからの取得データ送信

対象システムの実装に踏み込む前に、外堀を埋める

「成功事例に学ぶシステムズエンジニアリング」の発刊 (2018年3月)



- **特徴:** 複数の事例分析を通じて、システムズエンジニアリングのプロセスや重要ポイントを解説
- **想定読者:** 製品/システム/サービスの企画・開発に取り組もうとするマネジメント層・リーダー・担当者

「成功事例に学ぶシステムズエンジニアリング」

【入手方法】 <https://www.ipa.go.jp/sec/publish/tn18-002.html>

- ①書籍 ・IPA直販、Amazon (500円)
- ②PDF ・IPAの公開ホームページよりダウンロード(無料)

「成功事例に学ぶシステムズエンジニアリング」 掲載事例

	事例	企業
1	多様な関係者を巻き込み、ステークホルダのニーズと要求を明確化し、全体を俯瞰し、段階的に集客イベントを支える情報共有基盤を開発、拡張して、 地域活性化 につなげた。	富士通 総研
2	医療とITという複数の分野にまたがる複雑な問題に対して、抽象化・モデル化を活用した系統的なアプローチでセキュアな 電子お薬手帳 を実現した。	ソニー
3	自動車エンジン を全体最適の観点から設計し、個々の部品の物理設計に先行して機能開発することで、効率的に開発を進め、大幅な燃費向上を実現した。	マツダ
4	2世代先まで見通して、首都圏の高密度鉄道輸送を支える デジタルATC を実現した。移行や運用までも視野に入れて、試験時間帯の制約などの課題を克服した。	J R 東日本
5	ビジネスシーンを俯瞰し、ビジネス分析およびステークホルダ要求分析を行って、 スキャナー の新しいクラウド連携サービスを実現した。	キヤノン 電子

■ 背景

- 競争の激化
スキャナー市場の伸び悩み
新規参入メーカーと既存メーカーの間での競争
- ペーパーレス化の動きが加速
デジタルネイティブのデータの増加
紙を最初から使わないシステムの導入（例：インフォマートの電子取引）



■ 課題

- 他社との差別化
- 新たなスキャナーの使い方の提案



潜在的なニーズに対応し、マーケットの拡大を図る

■ 対策の全体像

～ビジネスモデルの転換～

□ (旧)モデル

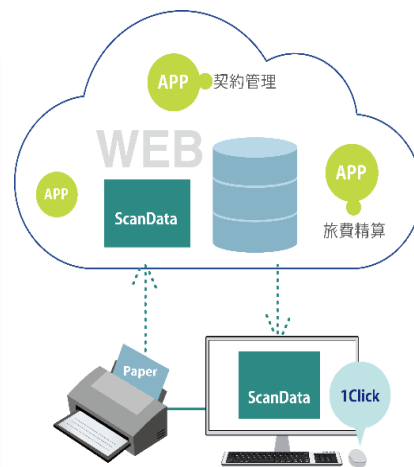
スキャナーを紙ドキュメントを電子化する機械として位置づけ

- 業務は意識しない

□ (新)モデル

スキャナーを使ってWebアプリケーションからワンクリックで使える電子化サービスを提供する

- 業務やワークフローを意識



”モノ” から”コト” への
ビジネス転換の実現

ビジネスシーンにおける
製品の立ち位置を見直し、
新しい使い方の提案

タスクフォースを
立ち上げて、
ビジネスを俯瞰

あらたなビジネス
の機会とステーク
ホルダの発見

先進の米国で
ステークホルダへの
・ヒアリング
・要求の獲得
を実施



要求実現の為
プロトタイプング
開発

レビューによる妥当性確認とトレーサビリティの確保

1 ビジネスの俯瞰

- 事業横断のタスクフォースの立ち上げ
- 視点を一段上げて、スキャナーが使われるビジネスシーンを想定して検討
- ビジネスシーンでの対象と想定する業務にASP事業者が提供するクラウド上のサービスを活用しているケースが多くみられることに着目
 - あらたなステークホルダの発見



市場規模が大きくかつASP事業の先進である米国での調査を実施



【システムズエンジニアリングのポイント: 目的指向と全体俯瞰】
【関連プロセス: ビジネスあるいはミッションの分析】

2 プロトタイピングによる反復

- ASP事業者から聴取した内容をベースにプロトタイプを作成
- プレゼンテーション・評価により詳細なニーズを発掘
プロトタイプモデルに反映するというルーチンを繰り返し、合意形成
 - 早い段階から齟齬を解消し信頼を獲得

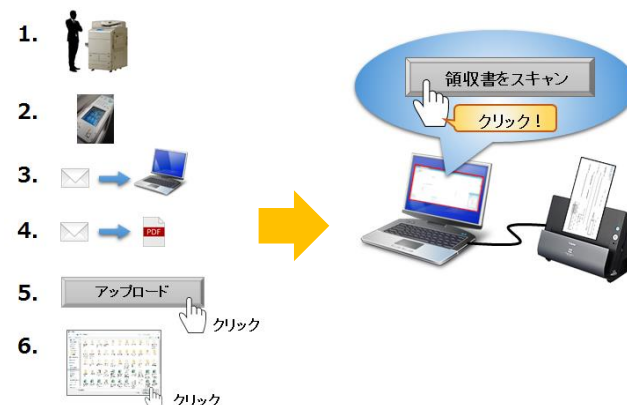
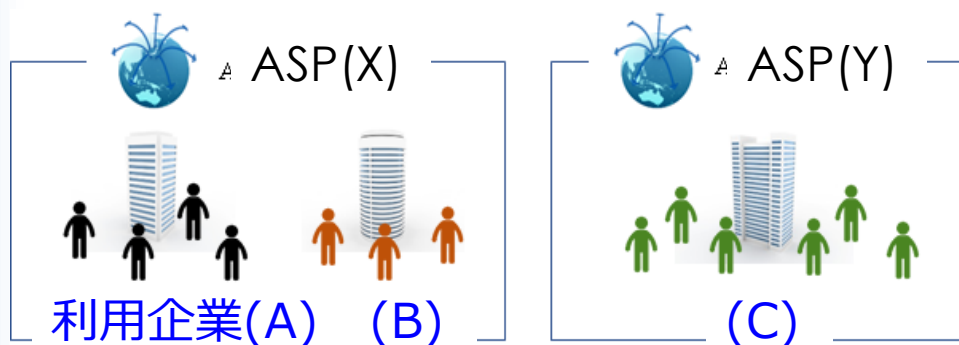


【システムズエンジニアリングのポイント: 反復による発見と進化】

【関連プロセス: 利害関係者ニーズと要求事項の定義】

3 ユーザーニーズを踏まえた機能提供

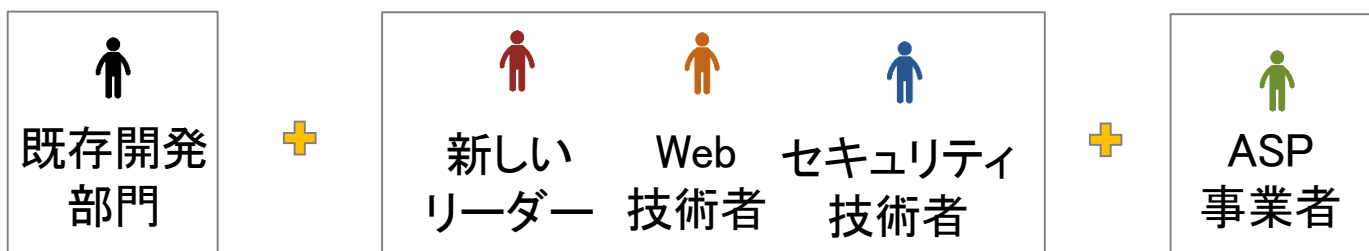
- エンドユーザーニーズを定義するにあたり、ASP事業者の背後には**不特定多数の企業・ユーザー**が存在することを考慮
- エンドユーザーのニーズの中で最大の関心事項が「コストの削減」
作業レベルに分解して、効果を確認
 - **作業工数を削減することでユーザーニーズ（「運用コストの削減」）を実現**



【システムズエンジニアリングのポイント: 目的指向と全体俯瞰、抽象化・モデル化】
【関連プロセス: システム要求事項の定義】

4 セキュリティの作り込み

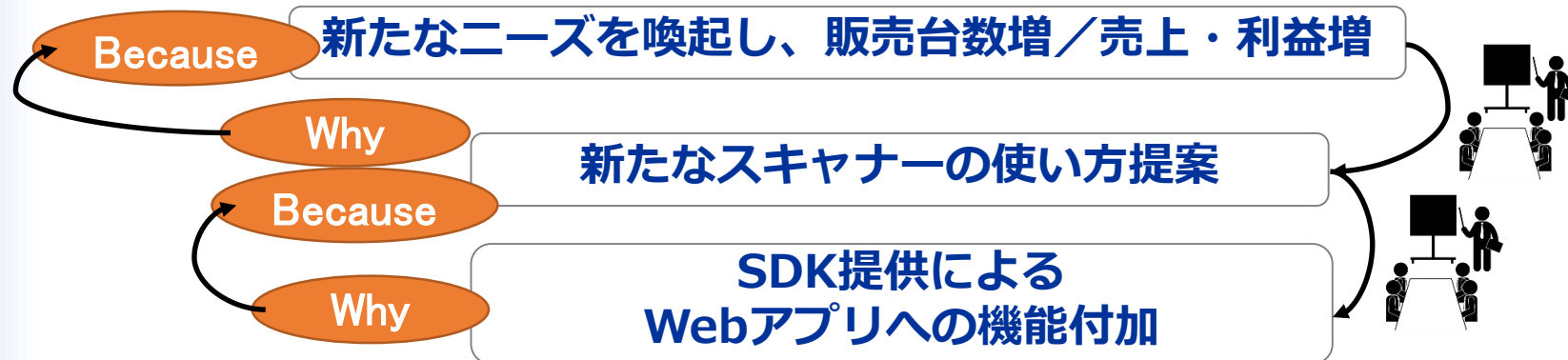
- アーキテクチャを検討する中で、ASP事業者にとって特に重要な関心事がセキュリティであることが判明
- 要求段階から検討してセキュリティの作り込み
 - 既存の部門に加えて、Web技術者やセキュリティ技術者などの知見を結集



【システムズエンジニアリングのポイント: 目的指向と全体俯瞰、多様な専門分野を統合】
【関連プロセス: システム要求事項の定義】

5 トレーサビリティの確保

- ビジネス要求を実現するということを念頭に随時レビューを実施し、方向性やリスクの確認
- 決定事項には常に決定に至る理由を明記
 - 双方向(ビジネス要求⇔システム要求)のトレーサビリティを確保



【システムズエンジニアリングのポイント: 目的指向と全体俯瞰】
【関連プロセス: 妥当性確認】

◆ 経済産業省

2018年版ものづくり白書

http://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2018/honbun_pdf/index.html

※第1部第1章第3節「価値創出に向けたConnected Industriesの推進」の記述内 P168～

◆ 特定非営利活動法人横断型基幹科学技術研究団体連合

平成28年度 製造基盤技術実態等調査

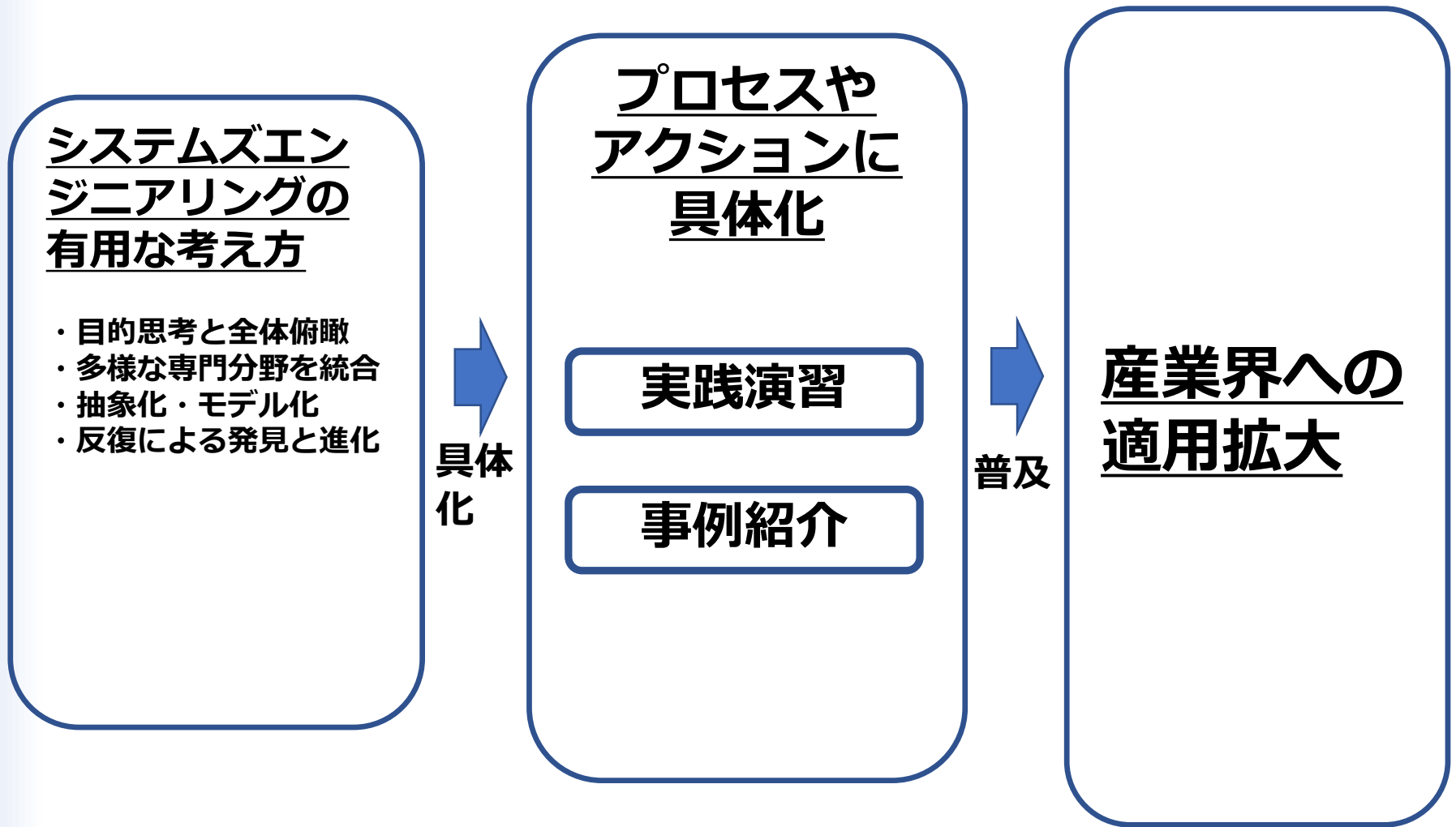
(第4次産業革命における「知」のシステム化対応の実態調査) 報告書

<http://www.trafst.jp/IRsys.html>

• ロボット革命イニシアティブ協議会(RRI)

『システム思考』ガイドブック(入門編)

<https://www.jmfrri.gr.jp/document/library/913.html>



ご清聴ありがとうございました。